

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 61-233440

(43)Date of publication of application : 17.10.1986

(51)Int.Cl.

G11B 7/135

G11B 7/09

(21)Application number : 60-073590

(71)Applicant : CANON INC
CANON ELECTRONICS INC

(22)Date of filing : 09.04.1985

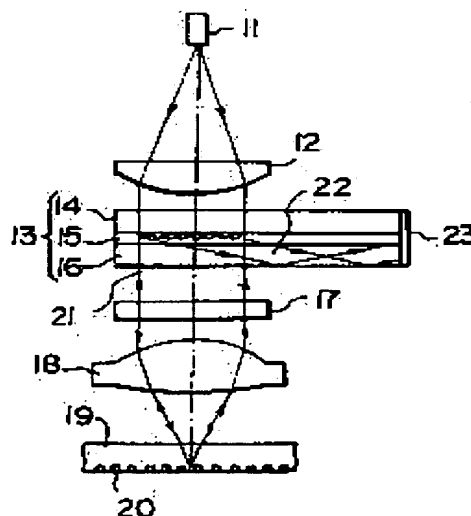
(72)Inventor : KUWAYAMA TETSUO
OSAWA MASARU
TANIGUCHI NAOSATO
ENDO KIYONOBU
HOSHI HIROAKI
NAKAMURA YASUO

(54) OPTICAL HEAD DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To attain a thin structure having an optical head together with reduction of the cost and also to simplify the optical control of the head device by applying a relief type diffraction grating structure to an optical divider and also leading the rays of light after reflection on the sloping surface of said grating structure.

CONSTITUTION: A diffracting grating 15 has about 100% and 0% diffraction efficiency against the s and P polarized beams respectively. The P polarized light transmitted through the optical divider 13 is turned into the circular polarized light by a 1/4 plate 17. This circular polarized light is condensed by an objective lens 18 and forms a spot having about 1 μ m diameter on a recording surface 20 formed at a substrate 19. The luminous flux reflected on the surface 20 is turned into parallel beams through the lens 18 and passes again through the plate 17 to be turned into the S polarized beam vibrating in the direction orthogonal to that of an incident mode. This reflected light 21 is 22 is made incident with a photodetector 23 while repeating the total reflection in the parallel flat plates.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-233440

⑬ Int. Cl.⁴

G 11 B 7/135
7/09

識別記号

庁内整理番号

Z-7247-5D
B-7247-5D
C-7247-5D

⑭ 公開 昭和61年(1986)10月17日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全8頁)

⑮ 発明の名称 光ヘッド装置

⑯ 特 願 昭60-73590

⑰ 出 願 昭60(1985)4月9日

⑱ 発 明 者	桑 山 哲 郎	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キャノン株式会社内
⑱ 発 明 者	大 沢 大	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キャノン株式会社内
⑱ 発 明 者	谷 口 尚 郷	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キャノン株式会社内
⑱ 発 明 者	遠 藤 清 伸	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キャノン株式会社内
⑱ 発 明 者	星 宏 明	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キャノン株式会社内
⑱ 発 明 者	中 村 保 夫	秩父市大字下影森1248番地	キャノン電子株式会社内
⑲ 出 願 人	キャノン株式会社	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	
⑲ 出 願 人	キャノン電子株式会社	秩父市大字下影森1248番地	
⑳ 代 理 人	弁理士 山下 積平		

明 細 書

1. 発明の名称

光ヘッド装置

2. 特許請求の範囲

(1) 光源から発した光を情報記録面に照射するとともに、前記光源より情報記録面に至る光路中に配設された光分割器により前記情報記録面からの反射光を第一の反射面を介して光検出器の受光面に導き、情報の検出又は記録を行なう光ヘッド装置において、

前記光分割器は前記第一の反射面に対して斜設された第二の反射面を複数有する回折格子であり、かつ該第二の反射面の斜設角度は、該第二の反射面での反射光が前記第一の反射面で全反射するように設定されたことを特徴とする光ヘッド装置。

(2) 上記回折格子と上記第一の反射面との距離は、該第一の反射面で全反射された反射光が前記回折格子に再入射しないように設定されたことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光ヘッド装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、情報担体の情報記録面に光を照射し、情報の検出又は記録を行なう光ヘッド装置に関する。

〔従来技術〕

第12図は、従来の光ヘッド装置の一例を示す構成図である。

同図において、レーザ光源1から射出した発散光束は、コリメータレンズ2に入射して平行光束となり、偏光ビームスプリッタ3に入射する。ここで、偏光ビームスプリッタ3は、特定の方向に振動面を有する直線偏光をほぼ100%透過し、これに直交する方向に振動面を有する直線偏光をほぼ100%反射する特性を有している。

この偏光ビームスプリッタ3を透過した直線偏光は、1/4板4を透過して円偏光となり、対物レンズ5によって情報担体の基板6上に設けられた情報記録面7に集光され、スポット径1μm前後のスポットを形成する。

また、情報記録面7によって反射された光束は、

対物レンズ5を通して平行光束となり、 $\lambda/4$ 板4を透過して入射時とは振動面の方向が直交する直線偏光となり、偏光ビームスプリッタ3に再び入射する。ここで、偏光ビームスプリッタ3は、前述の様な特性により光分割器として働き、情報記録面7からの反射光を反射して入射光と分離せしめ、センサレンズ8及びシリンドリカルレンズ9を介して集束光束として光検出器10へ導く。

このような光ヘッド装置を用いて情報を記録する場合には、情報信号に従ってレーザ光源1を駆動し、情報記録面7への入射光の強度を変動せしめることによって行い。また、情報を検出する場合には、無変動の光を凹凸のピット或は反射率の変化等によって情報が記録された情報記録面7に照射し、この記録情報によって変動を受けた反射光を光検出器10で検出し、情報を再生する。

また、光ヘッド装置においては、情報記録面に高密度に情報を記録し、高密度に記録された情報を検出する為に、光源からの光を常に情報記録面に合焦させるオートフォーカシングが行われている。

〔発明が解決しようとする問題点〕

しかしながら、上記従来の光ヘッド装置では、偏光ビームスプリッタ、コリメータレンズ等の光学部品を空間中に配置することが必要であり、そのための相互の位置調整を必要としていた。したがって、光ヘッド装置の重量増加、製造工程の複雑化を招来し、小形化が困難になるとともに、高コストになるという問題点を有していた。

〔問題点を解決するための手段〕

上記従来の問題点を解決するために、本発明による光ヘッド装置は、光源から出した光を情報記録面に照射するとともに、前記光源より情報記録面に至る光路中に配設された光分割器により前記情報記録面からの反射光を第一の反射面を介して光検出器の受光面に導き、情報の検出又は記録を行なう光ヘッド装置において、前記光分割器は前記第一の反射面に対して斜設された第二の反射面を複数有する回折格子であり、かつ該第二の反射面の斜設角度は、該第二の反射面での反射光が前記第一の反射面で全反射するように設定されたこ

る。ここでは、公知の非点収差法を用いた例を示す。

第12図において、シリンドリカルレンズ9は、反射光に非点収差を生じさせる。又、光検出器10はその受光面が4つに分割されていて、情報記録面7が対物レンズ5の合焦位置にあるとき、即ち光スポットが情報記録面7上で $1\mu\text{m}$ 程度の所定の大きさに絞り込まれているときには、光検出器10上で円形の光量分布が生じる様に配置されている。この結果、情報記録面7が対物レンズ5の焦点位置から前後に移動すると、光検出器10上の光量分布は各々長軸方向が直交した長円形に変化する。従って、光検出器10の各々の受光面の出力を比較して前記光量分布の変化を検出することにより、フォーカスエラー信号が得られ、このフォーカスエラー信号に従って、不図示のアクチュエータで対物レンズ5を光軸方向に移動せしめることによってオートフォーカシングが行われる。

とを特徴とする。

〔実施例〕

以下、本発明の実施例を図面を用いて詳細に説明する。

第1図は、本発明による光ヘッド装置の一実施例の概略的構成図である。

同図において、半導体レーザ11から出射したP偏光はコリメータレンズ12により平行光束となり、光分割器13に入射する。光分割器13は、平行平板14および16と、その間に挟持された回折格子15とから構成されている。この回折格子15は、その回折効率がS偏光に対してはほぼ100%、P偏光に対してはほぼ0%となるように形成されている。したがって、半導体レーザ11からの光は回折されずに光分割器13を透過する。

光分割器13を透過したP偏光は、 $\lambda/4$ 板17によって円偏光となり、対物レンズ18によって集光して情報担体である基板19に形成された記録面20に径 $1\mu\text{m}$ 前後のスポットを形成する。記

録面20で反射された光束は、対物レンズ18を
通って平行光束となり、再び1/4板17を透過し
て入射時とは直交する方向に振動する8偏光とな
って光分割器13に入射する。この反射光21は
光分割器13中の回折格子15によって回折され、
回折光22は平行平板中を全反射を繰り返しながら
導波し、光検出器23に入射する。

ここで、情報を記録する場合には、情報信号に
従ってレーザ光源11を駆動し、記録面20への
入射光を変調せしめることによって行う。また、
情報を検出する場合には、無変調の光を記録面
20に照射し、記録された情報に従って変調を受
けた反射光を光検出器23で検出し、情報を再生
する。

また、情報担体として光磁気記録材料を用いる
場合は、回折格子15として、P偏光に対して
70%以上の透過率を有し、S偏光に対しては
100%の反射率を示す特性を有するものを用い、
さらに1/4板17を取り除き、光検出器23の直
前に検光子を設ければよい。

さらに同様の材質から成る光学的透明体(平行平
板16)が光学的透明体40に接着され、光分割
器13が構成される。なおここで、平行平板16
と透明体40は同一部材でも良い。

このような光分割器13に物体からの光束21
が入射した場合を考える。入射光21はレリーフ
型回折格子表面の反射膜41によって一部(R%)
は反射され、残りは透過する。反射膜41により
反射された光束は反射膜41の凹凸構造による位
相差を受け、反射回折光22が生じる。

第2図において、光分割器13に入射した光束
21は、反射膜41以外の面による反射又は媒質
中の損失がなければ、前記反射回折光以外の(1-
R)%の光は光分割器13を透過する。

この光分割器13では透明体40と接着剤42
の屈折率が等しいので、透過光はレリーフ型回折
格子構造による位相差が生じないために、0次以
外の回折光が発生せず、従って透過光はほとんど
像形成のための0次透過回折光となる。

したがって、反射光に対して高次の反射回折光

ところで、本発明に用いる光分割器13は、光
ヘッドの動作に必要な光束をすべて全反射により
光検出器23に伝達することが望ましい。このよ
うな光分割器は、本出願人によって既に出願され
ている(特開昭57-27230号公報)。

第2図は、上記公報に記載されている光分割器
の概略的断面図であり、第3図は、その一部拡大
図である。

両図において、光分割器13の回折格子15は、
表面にレリーフ型回折格子が刻まれた屈折率 n_1 の
光学的透明体40(例えばアクリル、ポリステレ
ン、ポリカーボナート、エポキシ樹脂、フッポリ
マー等)と、酸化シリコン、酸化チタン等から
成る誘電膜が蒸着され、ある設計の反射率(R%)
を有する反射膜41と、上記光学的透明体40と
同一屈折率を有し、上記レリーフ型回折格子を組
め込むのに十分な厚さを有する接着剤42(例え
ばエポキシ系接着剤)とで構成されている。そし
て、接着剤42によって、それと同様の材質から
成る光学的透明体(平行平板14)が接着され、

のみが高い回折効率を有するように回折格子の凹
凸量 d を設定しても、有害な透過回折光が生じな
い光分割器が得られる。

このような光分割器13は、第3図に示すよう
に、回折構造体の回折格子面を一つの反射面とす
る手段を有し、この反射面を透過する光に対して
は透過光の位相差を制御する手段を有することに
より、所望の分割光以外の有害光の発生しない光
分割器であるとともに、比較的緩やかなピッチの
回折構造体を用いても分割角度の大きい光分割器
が得られる。そのために量産性も良好である。

第4図は、光分割器内の光路説明図である。

同図において、光分割器13により分割された
光束は光分割器13内を伝播し、光検出器23に
導かれる。光分割器13は、上述したように、レ
リーフ構造の表面に誘電膜等の反射膜41が設け
られている。

ここで、レリーフ構造において、分割光22を
形成するのに有効な反射斜面をAとし、他方の斜
面をBとする。更に斜面Aが回折格子の存する平

面となす角を α 、斜面Bが同じ平面となす角を β とする。

光分割器13の下面側から光束21が入射すると、斜面Aで一部反射され、光分割器13の下面48(斜面Aの傾きによっては上面47)へ向い、下面48(あるいは上面47)で反射され、さらに上面47(下面48)→下面48(上面47)→・・・と光分割器13の下面48と上面47とで全反射しながら伝播し、光検出器23に到達して検出される。

上述したように、光分割器13の下面又は上面で全反射するように条件を設定すると、次のような利点がある。すなわち、全反射されることにより、透過成分がなくなり、反射時の光量損失がなく、光検出器への伝播効率を大きくすることができる。また光分割器の厚さ方向への光の集光効果も、本発明の全反射を用いる光分割器により達成される。

上記のように全反射させることの効果は大きい。光ヘッド装置はディスク情報をトラッキング、

フォーカシングするので常に一定条件で反射光が入射するとは限らず、入射光の角度がズレたときも全反射するような条件を満たしてやる必要があるとなる。

次にそのような条件について記述する。

第1図に示す光ヘッド装置において、光ディスク19が正規の焦点位置に対して前後に移動したときに、反射光束21は平行光から形を変え、収束あるいは発散光となる。このため反射光束21の入射方向は回折格子構造体上の位置(回折格子の中央部とか端部とかの意味)と焦点はずれ量に応じて変わってくる。また第1図において光分割器13は反射光束21に対して垂直に配置した場合を示しているが、光ヘッドを光束に対して斜めに設置する場合も考えられる。

ここで回折光22を全反射させ、光検出器23に導くための条件を求める。

第4図において、光分割器13に入射する光束のうち、全反射により光検出器23に導く必要のある光束の入射角 x の範囲を

$x_1 \leq x \leq x_2$ (角度のとり方は $x_1 < 0, x_2 > 0$ とする)
 すると、反射斜面Aで反射されて光分割器の下面48に入射する角度 ϕ は

$$2\alpha + x_1 \leq \phi \leq 2\alpha + x_2$$

となる。従ってこの光束が全反射されるための条件は、

$$2\alpha + x_1 \geq \theta_0 \quad (\theta_0 = \text{臨界角})$$

$$\text{ここで } \theta_0 = \arcsin(1/n)$$

すなわち、 $\alpha \geq \frac{1}{2}(\theta_0 - x_1)$

であればすべて下面48で全反射される。

また、入射光束21が斜面Aで反射された後上面47に向う場合についても同様の考察を行なうと

$$\alpha \leq \frac{1}{2}(180^\circ - \theta_0 - x_2)$$

の条件が得られ両者を結合して

$$\frac{1}{2}(\theta_0 - x_1) \leq \alpha \leq \frac{1}{2}(180^\circ - \theta_0 - x_2)$$

が得られる。これが指定された x の範囲内での全反射の条件である。

また、回折格子構造体により回折された光束が再び回折格子構造体に入射すると、本来光検出器

に導かれる光束の一部が別の方向に曲げられ有害光を生じる。

第5図はそのような有害光が生じる様子を示したもので、光ディスク19からの反射光束21は反射斜面Aにより反射され、光分割器の下面48で全反射した後、再び他の場所のレリーフ面で反射斜面Aにより反射され有害光束43を生じる。この有害光束43が発生すると、光検出器23に本来導かれるべき光束が減り、信号のS/N比が低下するだけでなく、フォーカスエラー信号や、トラッキングエラー信号にドリフトが生じ、正しいオートフォーカス動作やオートトラッキング動作が行なわれなくなるという重大な欠点が生じる。

この有害光束43を発生させないためには、簡単な方法として反射斜面Aの傾斜角度 α を 45° に近づける方法と光分割器13の厚さを適当なだけ厚くする方法とがある。前者の方法は自明なので後者の方法について説明する。

第5図において、反射斜面Aの傾斜角を α 、マイクロビームスプリッタの格子の下側の厚さを d_1 、

回折された光束22が下面48で反射されて別の格子に当るまでの水平の長さを L_1 とすると、 d_1 と L_1 との間には以下の関係が成立する。

$$L_1 = 2d_1 \sin(2\alpha + x_1)$$

いま、第2図に示した光ヘッド装置において、対物レンズ18の焦点距離 $f = 4.5 \text{ mm}$ 、 $N_1 A_1 = 0.47$ として、ディスク面の上下振動が $\pm 20 \text{ }\mu\text{m}$ であると仮定した場合における有害光束43の発生しない設計条件を求めてみる。

ディスク面の $\pm 20 \text{ }\mu\text{m}$ の動きに対して、最も角度の変化が大きな最外周光束は $\pm 0.24^\circ$ の角度変化を生じる。ここで光分割器13の屈折率を $n = 1.5$ とし、光分割器13に対してほぼ垂直に入射する場合を考えると $x_1 = -0.16^\circ$ となる光束の有効径が $4.5 \times 0.47 \times 2 = 4.23 \text{ mm}$ であるので $L_1 = 5 \text{ mm}$ として、 d_1 は以下のようにして算出される。

$$\begin{aligned} d_1 &= L_1 / 2 \sin(2\alpha + x_1) \\ &= 5 / 2 \sin(2 \cdot 35^\circ - 0.16^\circ) \\ &= 0.92 (\text{mm}) \end{aligned}$$

従って光分割器の下側の厚さは 0.92 mm 以上あれば

スチック材82にコンプレッション転写を行なう。この時、型80、アクリル材82を適当な温度と圧力をかける事により金型80のレリーフ構造を忠実にアクリル材82に転写する事が可能である。

転写したアクリル材のレリーフ構造部に第9図に示す如く、例えば蒸着等で反射層83を設ける。反射層83は多層構造でも単層構造でもかまわない。また、 MgF_2 、 TiO_2 、 ZrO_2 、 SiO_2 等の誘電膜でもAu、Ag、Al、Cu等の金属膜でもかまわない。

次に第10図に示す如く、アクリル材82の屈折率に近い物質84でレリーフ部を埋める。この時、カバー材85を設ける事により、表面を光学的に滑らかにする事ができる。その為物質84は接着作用を持っている事が好ましく、例えばアクリル系の紫外線硬化型接着材が有利である。またカバー材85はアクリル材82と同一のもので、他の物質(例えばガラス)でもかまわない。

以上の経過により本発明の光分割器が作成される。

以上の説明において、回折格子構造として、ア

クリル材に金型をコンプレッション転写を行なう例について説明を行なったが、このような格子構造を製造する方法としてはインジェクション法のほか、エポキシ材、あるいは紫外線硬化型の接着剤も使用可能である。また、これら接着剤の使用に当たっては、アクリルあるいはガラス基板上に薄い接着剤層を形成し、レリーフコピーを行なうと、光分割器の表面の平面度あるいは平滑度のためには好都合である。これらの接着剤によるレリーフコピー法を用いる場合には、反射膜形成後のカバー用接着剤84に、コピー時に使用したのと同じの接着剤を用いることのできる利点もある。

次に、本発明に用いる回折構造体を製造するための型作成の1例を示す。

型作成においては第6図に示すように型材80を回転し、ダイヤモンド等のカッター81を紙面に垂直方向へ移動させながら型を作成する。カッター81の刃先の頂角は、角 α 、 β によって定まり、上記例では $\sim 85^\circ$ の角度を持たせる。型材80はリン青銅、真鍮Ni等の金属でも良いし、コウ酸やプラスチック材等の高分子系の材質でもかまわない。但し、金属型材の場合は直接スタンパーとして使用可能であり電鍍等でスタンパーを作成する工程が必要ないと云う利点がある。第6図で示した方法で切削されるとレリーフ構造は第7図(B)に示した如く同心円状のレリーフ構造が得られる。第7図(A)は(B)図の一部を拡大した図で $\alpha \sim 38^\circ$ 、 $\beta \sim 80^\circ$ ピッチ $\sim 20 \text{ }\mu\text{m}$ である。

次に、第8図に示す如く、アクリルの如きプラ

クリル材に金型をコンプレッション転写を行なう例について説明を行なったが、このような格子構造を製造する方法としてはインジェクション法のほか、エポキシ材、あるいは紫外線硬化型の接着剤も使用可能である。また、これら接着剤の使用に当たっては、アクリルあるいはガラス基板上に薄い接着剤層を形成し、レリーフコピーを行なうと、光分割器の表面の平面度あるいは平滑度のためには好都合である。これらの接着剤によるレリーフコピー法を用いる場合には、反射膜形成後のカバー用接着剤84に、コピー時に使用したのと同じの接着剤を用いることのできる利点もある。

次に、本発明の光分割器を用いて、フォーカスエラー検知、およびトラッキングエラー検知が可能となる原理について説明を行なう。

第11図は、本発明の実施例に用いる光分割器を第12図において半導体レーザー1から見た形状を示す図である。本実施例において光分割器111上の回折格子は駒格子112a、112b、113に分割され、夫々の駒格子は異なる方向に焦線を形成

する様、光束を集束させながら回折又は反射する。駒格子113からの光束は光分割器内を導波し、2分割光検出器114で検出される。また駒格子112aと112bとの分割線はトラック像の方向AA'と一致し、各々の回折光は光検出器115及び116で検出される。

2分割光検出器114の夫々の受光面の出力を I_A 、 I_B 、光検出器115の出力を I_C 、光検出器116の出力を I_D とすると、情報再生信号 I_{Rr} はこれら出力の総和、

$$I_{Rr} = I_A + I_B + I_C + I_D$$

から得られる。また、フォーカスエラー信号 I_f は、駒格子113によりほぼ対物レンズの端面位置で分割された光束の光検出器114の受光面上での振れ及び広がり検出によって得られる。駒格子の位置および回折方向は任意に作製可能であり、高感度を検出が可能で最適設計がなされる。具体的には2分割光検出器の2つの出力信号の差をとることにより、

$$I_f = I_A - I_B$$

する駒格子を得ることができる。なお、第13図(b)は駒格子213の一部を拡大した図である。

このように加工された駒格子212a、212b、213を組合せ保持基板(図示省略)上に組立てることにより、マスター格子が得られる。
(発明の効果)

以上説明したように、本発明は光分割器をレリーフ型の回折格子構造体とし、かつこの回折格子構造体の斜面で反射された光束が前記光分割器の端面で全反射されて導かれる構造としたので、センサーレンズを省略しても、センサー上に光束を集光することが可能なため、光ヘッド装置を小型、低価格でかつ薄型のもので行うことができる効果や、センサーは光分割器の端面に接合すれば良いため、装置の光学調整が簡単になるという効果を有するものである。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の光ヘッド装置の実施例を示す構成図、第2図、第3図は第1図図示の光分割器の構造を示す図、第4図は本発明における光分割

のようにより得られる。

トラッキングエラー信号 I_T は、トラック像の方向AA'を境に分割された駒格子112a、112bからの光量に対応した光検出器116、115で検出し、その出力信号の差をとる事によって

$$I_T = I_C - I_D$$

のようにより得られる。

尚、本実施例で光検出器115、116を1つの2分割光検出器に置き換えることも出来るし、また、光検出器114、115、116をまとめて4分割光検出器とする事も自由である。

第13図は、第11図図示の光分割器を製造するためのマスター駒格子の加工法の一例を示した図である。主軸200に関して被加工物を回転する精密旋盤のチャック部には、駒格子素材取付用の治具210が第13図(a)のようにとりつけられ、この治具210は所定の位置に駒格子の素子212a、212b、213を取付けるようになっている。旋盤を回転し、バイト209により格子加工を行なうと、第11図示のような所定の位置に光束を集光

器で分割された光束が全反射によって光検出器に導かれる様子を示す概念図、第5図は不都合に大きな寸法の回折格子構造を用いたときに有害光の生じる様子をあらわした概念図である。

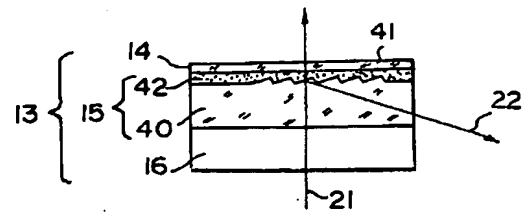
第6図、第7図、第8図、第9図、第10図はそれぞれ本発明に用いる回折格子構造体の製造工程をあらわした図であり、第11図は本発明の光分割器を用いてフォーカスエラー検知、トラッキングエラー検知が可能となる原理を説明する図である。

また、第12図は、従来の光ヘッド装置の構成を示す概略図であり、第13図は、回折格子の駒格子の加工法を示した図である。

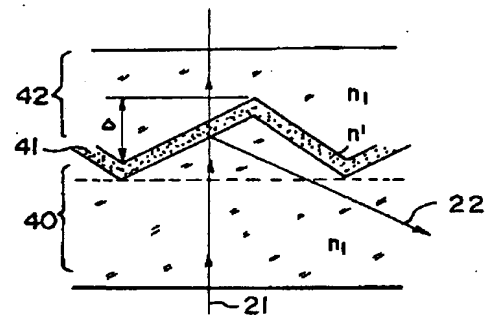
11：レーザー光源、12：コリメーターレンズ、13：光分割器、14、16：平行平板、15：回折格子、23：光検出器、17：1/4板、18：対物レンズ、19：基板、20：情報担体面。

代理人 弁理士 山下 稔 平

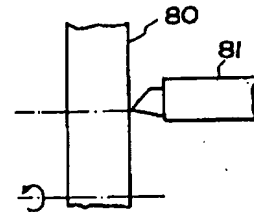
第 2 図



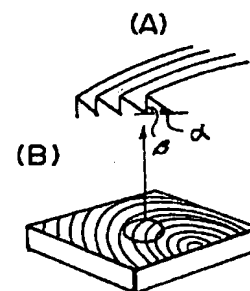
第 3 図



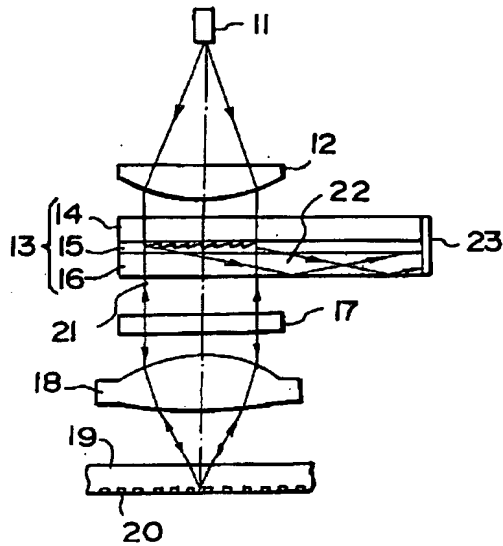
第 6 図



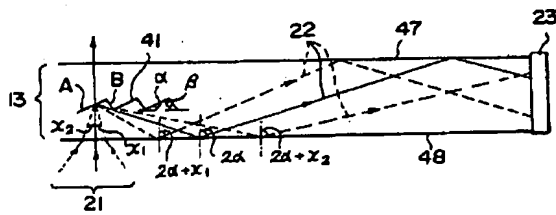
第 7 図



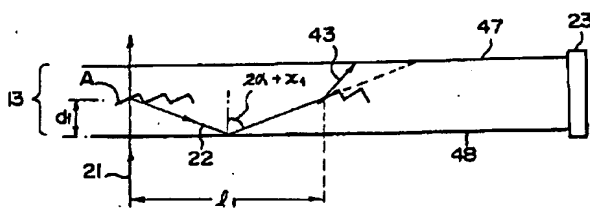
第 1 図



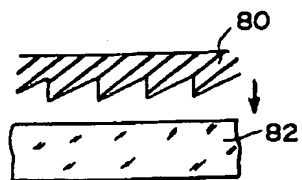
第 4 図



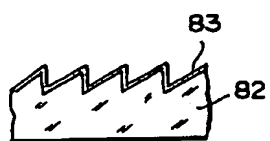
第 5 図



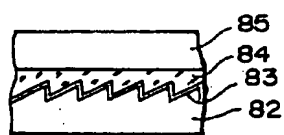
第 8 図



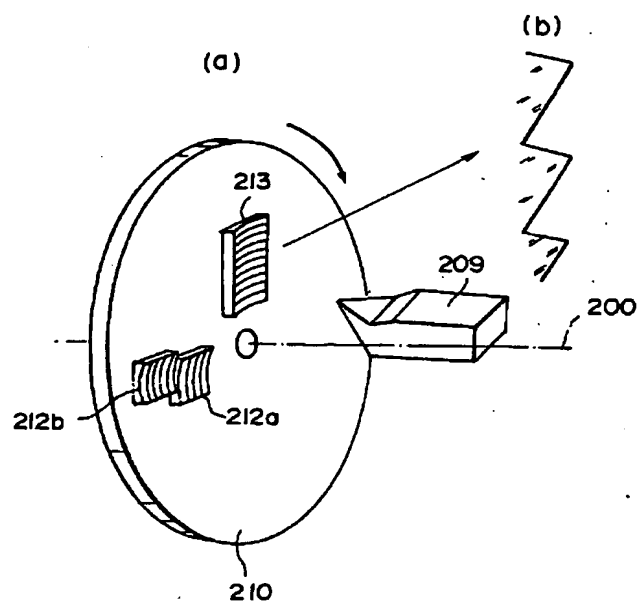
第 9 図



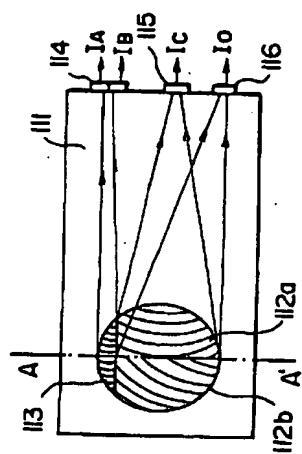
第 10 図



第 13 図



第 11 図



第 12 図

